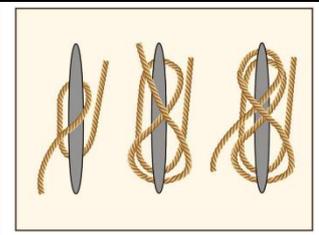
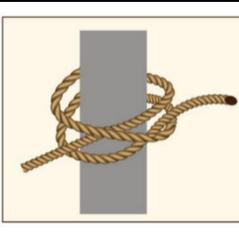
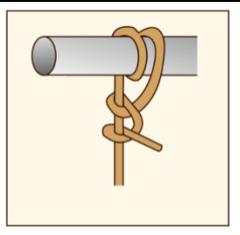
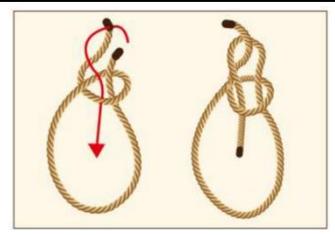


新竹市\_114\_學年度國民教育地方輔導團\_自然\_分團團務運作成果 編號\_\_\_\_\_

活動主題	<input checked="" type="checkbox"/> 輔導團員工作會議及學習進修活動 (含央群到市輔導、團務會議、團務增能、地方辦理之期初/末會議、央群到市輔導、參與央團舉辦之分區活動、年度研討會等)	<input type="checkbox"/> 市團到校服務 (含分區巡迴服務、學校申請、諮詢服務等)
	<input type="checkbox"/> 學校領域召集人會議及學習進修活動 (含期初、期末領召會議)	<input type="checkbox"/> 全市性(含分區辦理)教師學習進修活動 (開放全市各校參與、跨校共備、公開課等)
辦理形式	<input type="checkbox"/> 研討會 <input type="checkbox"/> 團員個別分享 <input type="checkbox"/> 專業對話 <input type="checkbox"/> 分析座談 <input type="checkbox"/> 教學演示 <input type="checkbox"/> 專題講座 <input type="checkbox"/> 教學方案分享 <input checked="" type="checkbox"/> 其他	
研習日期	_115_年_1_月_23_日	
研習時間	<input checked="" type="checkbox"/> 上午 <input type="checkbox"/> 下午    _9:00_~_12:00_	
研習地點	光華國中樂學樓探索教室	
研習名稱	【航海與攀樹的力學之美】繩結物理學教師共備工作坊	
主講人	林君翰老師	
參加對象	自然科輔導團老師	
參加人數	6人	
講座主題 研討內容	<p>一、 課程開發緣由 本次共備旨在探討如何將理化課本中抽象的摩擦力公式 <math>f = \mu N</math> 轉化為具體的感官體驗教學。透過航海與攀樹實務中常見的繩結，引導教師掌握「絞盤效應」、「徑向力」與「結構自鎖」等物理機制，作為未來開發跨領域課程之基礎。</p> <p>二、 核心課程內容 (摘要)</p> <p>1. 基礎繩結與「絞盤效應」 (Capstan Effect) :</p> <p>    ◆ 實作體驗： 教師練習綁製羊角結 (Cleft Hitch)、雙圈雙半結與稱人結，感受其結構特性。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">     </div> <p>    ◆ 物理觀念： 強調摩擦力在繞圈時並非「加法」，而是隨纏繞角度增加呈現倍數爆炸式的「指數成長 (乘法)」。</p> <p>    ◆ 實驗設計： 進行「一根指頭的拔河」，比較繩子繞 1 圈與 3 圈時，控制端所需力量的巨大差異。</p> <p>2. 進階摩擦結與「徑向力」 (Radial Force) :</p> <p>    ◆ 進階實作： 引入克氏結 (Klemheist) 與布魯士結 (Prusik)，這類結能將拉力轉化為鎖定力。</p>	

◆ 物理觀念：探討繩結中的正向力  $N$  並非來自重量，而是來自「繩子想變直」所產生的徑向擠壓力。

◆ 壓力熱點：討論繩子因轉彎處的擠壓力與剪切力最大，故最容易在結的轉折處斷裂。

### 3. 自鎖機制與結構力學分析：

◆ 結構比較：分析平結與祖母結的差異，指出祖母結因不對稱產生的「力矩」會導致繩結翻轉，使摩擦力瞬間失效。

◆ 自鎖原理：以稱人結的小圈圈（Nipping Loop）為例，觀察主繩受力如何驅動內部夾擠，達成靜力平衡。



說明：教師示範布魯士結

說明：進行「一根指頭的拔河」實驗，驗證絞盤效應

活動照片  
&圖說



說明：教師觀察稱人結在受力下，小圈圈夾緊繩頭的自鎖現象

說明：團員討論如何將  $f=\mu N$  應用於攀樹結的「開關」分析



說明：實際操作

說明：布魯士結自鎖

成效評估	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ 比喻教學法：建議教學時將「正向力」比喻為「擁抱」，將「自鎖」比喻為「捕鼠夾」，有助於學生建立具體意象。</li><li>◆ 常見迷思澄清：針對「繩子越粗抓越緊」的錯誤觀念，應引導學生討論剛性（硬度）如何影響接觸面積。</li><li>◆ 環境影響因素：討論濕繩子難解的原因，在於纖維膨脹導致正向力增加，此觀念可與生活經驗連結。</li></ul>
其他備註	